

LJUBO GOLUB

## BAZALT-ANDEZIT KOD POPOVCA U BARANJI

### UVOD

U Hrvatskoj su dosad poznata tri nalazišta bazalta: kremeniti bazalt Lončarskog Visa u Krndiji (lit. 1), bazalt Čemerikovca kod Donjeg Pazarišta u Lici (lit. 2) i bazalt Popovca u Baranji. (lit. 3, lit. 4). Dok su prve dvije pojave naučno obrađene, bazalt od Popovca istražen je samo u tehničke svrhe. TOMIĆ i PETKOVIĆ (lit. 3, str. 25) spominju Popovački bazalt kao melafir porfirne strukture sa krupnozrnatijom osnovom, navodeći da su bojeni sastojci pretvoreni u sekundarne produkte. U svom radu donose samo tehničku analizu kamena. BABIĆ (lit. 4, str. 136) navodeći nalazišta bazalta kod Popovca, citira kemijsku analizu stijene, izrađenu u Zavodu za geološka istraživanja Narodne Republike Hrvatske. Iako djelomična, ta se kemijska analiza bitno razlikuje od analize navedene u ovom radu. O uzroku toga neslaganja govorit ću poslije kod same analize. Isto nalazište spominju u svom izvještaju ing. JURKOVIĆ, ing. SUIĆ i dr. TAJDER (lit. 5). To je sve što mi je o bazaltu Popovca poznato iz stručne literature.

### BAZALT-ANDEZIT

U Baranji oko 1,5 km sjeverosjeveroistočno od sela Popovac i oko 26 km sjeverno od Osijeka nalazi se kamenolom bazalta. Nije to kamenolom otvorenog tipa na površini, već se do stijene dolazi podzemnim rovom, koji je prokopan u praporu. U jarku nasuprot kote Begovac, u sjeveroistočnom smjeru, nalaze se dva takova rova, koja su međutim, danas neprohodna. Kamen se naime, već neko vrijeme na vadi, pa su oba rova radi toga dobrim dijelom zarušena. Zbog toga sam uzorke morao uzeti sa kupišta (halde) pred rovovima.

Najbliža pojava sličnoga kamena nalazi se kod sela Batine, oko 35 km sjeverosjeveroistočno od Osijeka. S obzirom na to, kao i s obzirom na morfologiju terena vjerojatno je, da se tu radi o bazaltnoj ploči, koja se proteže od Belog Manastira sve do Batine u dužini od oko 20 km i širini od oko 1 do 2 km, a pokrivena je debljim ili tanjim naslagama prapora i pijeska. Tu lesnu zaravan opisuje MILOJEVIĆ (lit. 6), a spominje je i BABIĆ (lit. 4, str. 136). Za detaljno istraživanje prostranstva čitave te pojave bilo bi potrebno izvršiti istražna bušenja.



Stijena je tamne, gotovo crne boje i tada dosta svježja. Megaskopski se opaža porfirna struktura sa utruscima plagioklasa. U stijeni se nadalje opažaju umetci sastavljeni, kako ćemo kasnije vidjeti, od agregata kontaktnih minerala.

Stijena je raspucana uzduž i poprijeko u komade nepravilnog poliedarskog oblika. Pukotine lučenja vrlo su često ispunjene naknadno unesenom mineralnom tvari. Uglavnom su to žilice kalcita ili još češće limonita, a nerijetko se nalaze i žilice kremenca. Napominjem, da gdjegdje kremenene nakupine svojim oblikom više podsjećaju na neki umetak nego na pravu žilu.

U izbrušku pod mikroskopom vidi se stijena porfirne strukture holokristaline osnove. (sl. 1). Struktura osnove mogla bi se nazvati intergranularnom. Fenokristali plagioklasa i olivina nalaze se u osnovi izgrađenoj od štapićastih plagioklasa, između kojih se nalaze nepravilna zrna augita i ostalih minerala.

Po svom mineralnom sastavu bazalt je izgrađen najvećim dijelom od plagioklasa (69,39 vol.%) i klorita (sa limonitom 18,45 vol.%) Od primarnih feromagnezijskih minerala zastupani su olivin sa 3,94 vol.% i augit sa 3,44 vol.% Akcesorni minerali su ilmenit, magnetit i apatit (1,84 vol.%). Pored njih kao uklopak u plagioklasima dolazi i staklo (zajedno sa neodređenom supstancom 2,94 vol.%). Navedeni postotci dobiveni su integriranjem pomoću Scheumannovoga integracionog stolića.

Plagioklasi se javljaju u dvije generacije, kao idiomorfno razvijeni utrusci i kao štapićasto razvijeni kristali osnove. Utrusci dolaze u obliku oširokih četvrtastih oblika ili su jače produženi smjerom osi c. Raznih su veličina, pa s obzirom na veličinu postoji zapravo čitav prelazni niz plagioklasa, tako da je kod srednje velikih teško reći, da li su utrusci ili već pripadaju osnovi. Vrlo su svježji, ali su svi veći utrusci jako nagriženi i zbog toga prepuni pukotina, u kojima se nalazi gotovo uvijek izotropna staklasta materija. Samo u oširokim pukotinama nalazi se nešto i neke supstance, koja se detaljno nije dala odrediti, ali nije staklo. Možda se radi o augitnoj, najvjerojatnije kloritnoj ili limonitnoj tvari.

Zonarna građa opažena je kod svega nekoliko plagioklasa. Najvećim dijelom izrasli su kao sraslaci dvojci, trojci pa i četvorci. Od sraslačkih zakona najčešći su sraslaci po albitnom i karlovarskom zakonu. Pojavljuju se i sraslaci po nekim rjeđim sraslačkim zakonima, što se vidi iz Tabele I, u kojoj su navedeni rezultati određivanja plagioklasa izvršenih Fedorovljevom metodom. Za ta određivanja služio sam se najnovijim Nikitinovim standardnim dijagramom (lit. 7, Taf. VII.).

Sastav plagioklasa koleba od 51 do 61% *an*. Iz podataka unesenih u tabéli I rezultira srednja vrijednost od 56,5% *an*. Srednja vrijednost kuta optičkih osi iznosi  $2V = +80^\circ$ .

Sastav plagioklasa osnove uglavnom se podudara sa sastavom utrusaka. Kod njih sastav u prosjeku iznosi oko 54% *an*, a mjerenja potrebna za određivanje sastava izvršena su na običnom mikroskopu metodom maksimalnog kuta potamnjenja u zoni simetričnog potamnjenja. (lit. 8). Sasvim sitni plagioklasi nisu se ni tom metodom dali mjeriti.



U Tabeli I označio sam sraslačku os slovom B, a normalnu na šav slovom D. Brojevima iza tih slova označeno je, na koje se srasle pojedince dotični geometrijski element odnosi.

TABELA I.

Prep. 2 zrno 1	$B\frac{1}{2}$	$90^\circ$	$56\frac{1}{2}^\circ$	$33\frac{1}{2}^\circ$	[100]	$59\%$ an	$\frac{1}{2}^\circ$ W	
	$B\frac{1}{3}$	$35\frac{1}{2}^\circ$	$60\frac{3}{4}^\circ$	$73^\circ$	$\perp$ (010)	$63\%$ an	$4^\circ$ SW	
	$B\frac{2}{3}$	$55\frac{1}{2}^\circ$	$44\frac{1}{2}^\circ$	$63\frac{3}{4}^\circ$	$\frac{\perp}{(010)}$ [100]	$59\%$ an	$4^\circ$ SO	
	$D\frac{1}{3}$	$35^\circ$	$61^\circ$	$74^\circ$	$\perp$ (010)	$61\%$ an	$4^\circ$ SW	
$2V = +79^\circ$								
zrno 2	$B\frac{1}{2}$	$34\frac{1}{2}^\circ$	$59\frac{1}{2}^\circ$	$75^\circ$	$\perp$ (010)	$59\%$ an	$5^\circ$ SW	
	$D\frac{1}{2}$	$34\frac{1}{2}^\circ$	$59^\circ$	$75\frac{1}{2}^\circ$	$\perp$ (010)	$59\%$ an	$5^\circ$ SW	
zrno 3	$B\frac{1}{2}$	$62^\circ$	$60^\circ$	$43\frac{1}{2}^\circ$	[001]	$54\%$ an	$4^\circ$ SE	
	$D\frac{1}{2}$	$78\frac{1}{2}^\circ$	$42\frac{1}{2}^\circ$	$50^\circ$	$\perp$ (010)	$54\%$ an	$2^\circ$ SW	
Prep. 3 zrno 1	$B\frac{1}{2}$	$29\frac{1}{2}^\circ$	$64\frac{1}{2}^\circ$	$77\frac{1}{2}^\circ$	$\perp$ (010)	$55\%$ an	$1^\circ$ SW	
	$B\frac{3}{4}$	$34\frac{1}{2}^\circ$	$58^\circ$	$77\frac{1}{4}^\circ$	$\perp$ (010)	$57\%$ an	$6^\circ$ SW	
	$B\frac{1}{3}$	$77^\circ$	$45^\circ$	$48^\circ$	$\frac{\perp}{(010)}$ [001]	$53\%$ an	$3^\circ$ NO	
	$B\frac{2}{4}$	$76\frac{3}{4}^\circ$	$44\frac{1}{2}^\circ$	$48^\circ$	$\frac{\perp}{(010)}$ [001]	$54\%$ an	$3^\circ$ NO	
	$B\frac{2}{3}$	$63\frac{1}{2}^\circ$	$58^\circ$	$45^\circ$	[001]	$52\%$ an	$2\frac{1}{2}^\circ$ SO	
	$B\frac{1}{4}$	$62\frac{1}{4}^\circ$	$59\frac{3}{4}^\circ$	$43\frac{1}{4}^\circ$	[001]	$51\%$ an	$4^\circ$ SO	
	$D\frac{1}{2}$	$29\frac{1}{2}^\circ$	$64\frac{1}{2}^\circ$	$77\frac{1}{2}^\circ$	$\perp$ (010)	$55\%$ an	$1^\circ$ SW	
	$D\frac{3}{4}$	$34\frac{1}{2}^\circ$	$58^\circ$	$77^\circ$	$\perp$ (010)	$57\%$ an	$6^\circ$ SW	
	$2V = +80^\circ \quad 2V = +82^\circ$							
	Prep. 4 zrno 1	$B\frac{1}{2}$	$89^\circ$	$60^\circ$	$30^\circ$	[100]	$57\%$ an	$\frac{1}{2}^\circ$ E
$B\frac{3}{4}$		$88^\circ$	$62\frac{1}{2}^\circ$	$27\frac{1}{2}^\circ$	[100]	$56\%$ an	$1^\circ$ E	
$B\frac{1}{3}$		$52^\circ$	$46\frac{1}{2}^\circ$	$67^\circ$	$\perp$ (001)	$57\%$ an	$4^\circ$ SE	
$B\frac{2}{4}$		$54^\circ$	$45\frac{1}{2}^\circ$	$66\frac{1}{4}^\circ$	$\perp$ (001)	$57\%$ an	$2^\circ$ SE	
$B\frac{1}{4}$		$37\frac{3}{4}^\circ$	$57\frac{1}{2}^\circ$	$74\frac{1}{4}^\circ$	$\frac{\perp}{(001)}$ [100]	$57\%$ an	$4^\circ$ SW	
$B\frac{2}{3}$		$36\frac{1}{2}^\circ$	$58^\circ$	$74\frac{1}{2}^\circ$	$\frac{\perp}{(001)}$ [100]	$57\%$ an	$2^\circ$ SW	
$D\frac{1}{3} \cong \frac{2}{3} = \frac{2}{4}$	$54^\circ$	$45^\circ$	$66^\circ$	$\perp$ (001)	$57\%$ an	$2^\circ$ SE		
$2V = +80^\circ \quad 2V = +81^\circ \quad 2V = +76^\circ$								
Prep. 5 zrno 1	$B\frac{1}{2}$	$75^\circ$	$40^\circ$	$54^\circ$	$\frac{\perp}{(010)}$ [100]	$58\%$ an	$2\frac{1}{2}^\circ$ NW	
	$D\frac{1}{2}$	$31\frac{1}{2}^\circ$	$62\frac{3}{4}^\circ$	$76\frac{1}{2}^\circ$	$\perp$ (010)	$58\%$ an	$2\frac{1}{2}^\circ$ NW	
$2V = +83^\circ$								
zrno 2	$B\frac{1}{2}$	$74^\circ$	$42^\circ$	$52\frac{1}{4}^\circ$	$\perp$ (100)	$54\%$ an	$2\frac{1}{2}^\circ$ N	
				ili	$\perp$ (021)	$62\%$ an	$5^\circ$ NW	
	$D\frac{1}{2}$	$74\frac{3}{4}^\circ$	$42\frac{3}{4}^\circ$	$52^\circ$	$\perp$ (100)	$55\%$ an	$1\frac{1}{2}^\circ$ NE	
$2V = +73^\circ$								
Prep. 6 zrno 1	$B\frac{1}{2}$	$61\frac{1}{2}^\circ$	$64^\circ$	$40\frac{3}{4}^\circ$	[001]	$56\frac{1}{2}\%$ an	$3^\circ$ SO	
	$D\frac{1}{2}$	$34^\circ$	$59^\circ$	$72\frac{1}{2}^\circ$	$\perp$ (010)	$56\frac{1}{2}\%$ an	$5^\circ$ SW	
$2V = +80^\circ$								



Olivin dolazi kao idiomorfno razvijen utrusak. Bezbojna zrna, bez kalavosti imaju jako izražen reljef. Izmjereni kut optičkih osi je  $2V = + 88^\circ$ . Radi se dakle o magnezijskom olivinu sa oko 12% fajalitske supstance. Odatle je razumljivo, zašto se kao produkt metamorfoze ne pojavljuje u većoj mjeri magnezit. Od nekada ovećih kristala olivina, preostao je nakon metamorfoze tek vrlo mali dio, tako da su mjerenja otežana zbog malih površina olivinskog zrnja. Produkti metamorfoze zadržali su konture nekadašnjih kristala ispunivši pri tome pukotine karakteristične upravo za olivin. Najvećim svojim dijelom olivin je metamorfozom prešao u klorit, a manjim dijelom u serpentin i magnetit.

Piroksen i to augit nalazi se u osnovi između štapićastih kristala plagioklasa. Augiti su vrlo mali, ali se ipak dalo na nekoliko zrna odrediti kut potamnjenja i kut optičkih osi. Iz četiri izmjerena zrna augita dobio sam srednju vrijednost za  $2V = + 58^\circ$ , a za  $\Delta Z = 46 \frac{1}{4}^\circ$ . Po sastavu bi to bio augit sa više diopsidske molekule. Zrna pokazuju dobro izražene pukotine kalavosti, svjetlo zelenkaste su boje. I augit je zahvatila metamorfoza, te je i on jednim dijelom prešao u klorit.

Ilmenit dolazi najčešće od svih akcesornih minerala. Razvio se u obliku duguljastih i zubičasto obrubljenih općkih zrna.

Magnetit dolazi kao produkt metamorfoze olivina i to u podređenoj količini u obliku sitnijeg zrnja.

Apatita ima malo u obliku igličastih kristalića. Najvećim dijelom dolazi uklopljen u kristalima plagioklasa.

Klorit je dosta rasprostranjen kao produkt metamorfoze feromagnezijskih minerala. Uglavnom ispunjava, kako sam već spomenuo, konture nekadašnjih kristala olivina i augita. Zelenkaste je boje, pokazuje na pojedinim dijelovima dosta jak pleohroizam.

Lim onit je nastao trošenjem feromagnezijskih minerala i zajedno sa kloritom ispunjava konture olivina.

Kemijska analiza stijene bazalta od Popovca dala je ove rezultate:

Analitičar: Ljubo Golub

SiO <sub>2</sub> . . . . .	53,71%	Nigglijeve vrijednosti:	
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,86%	si . . . . .	152
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	18,11%	al . . . . .	30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,70%	fm . . . . .	37
FeO . . . . .	3,57%	c . . . . .	19
MnO . . . . .	0,08%	alk . . . . .	14
MgO . . . . .	5,30%	k . . . . .	0,32
CaO . . . . .	6,29%	mg . . . . .	0,61
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3,82%	ti . . . . .	2,2
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,91%	p . . . . .	0,7
H <sub>2</sub> O— . . . . .	1,78%	qz . . . . .	— 4
H <sub>2</sub> O+ . . . . .	1,33%	c/fm . . . . .	0,51
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,60%		
	100,06%	magmatski tip = dioritski	



Proračun po CIPW sistemu daje nam ove podatke:

Q	3,3		Q	3,3	} Sal	73,6		
or	11,1	}	F	70,3				
ab	32,5							
an	26,7							
di	0,7		P	15,9				
hy	15,2		}	M	5,9	} Fem	23,0	
mt	3,9	H						
il	2,0	T						
ap	1,2		A	1,2				
	96,6							

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{73,6}{23,0} = 3,2 \quad \dots \quad \text{II.}$$

$$\frac{Q}{F} = \frac{3,3}{70,3} = 0,05 \quad \dots \quad \text{V.}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{82}{96} = 0,8 \quad \dots \quad \text{III.}$$

$$\frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{20}{62} = 0,3 \quad \dots \quad \text{IV.}$$

Magmatski parametri . . . . . II. 5. 3. 4.

Uzmemo li normativni sastav po CIPW sistemu, vidjet ćemo, da se ne poklapa točno sa stvarnim sadržajem. Uzrok je tome to, što su u normativnom sastavu izraženi minerali, kojih u stvarnom sastavu nema. Od feromagnezijskih minerala umjesto diopsida i hiperstena dolaze olivin, augit i klorit. Kalcij i magnezij diopsidske molekule vezani su u augit, a magnezij i željezo hiperstenske molekule u olivin, te magnezij iz oba minerala u molekulu klorita. Normativno imamo nadalje izražen ortoklas i kremen, koji također nisu konstatirani u stijeni. Dio komponente or, odnosno K<sub>2</sub>O bit će sadržan izomorfno u plagioklasima, a nešto i u augitu. Može biti, da je dio kalija i natrija vezan i za kalijske glinence u osnovi, kojih međutim nisam mogao direktnim mjerenjima ustanoviti. Jedan dio kalija i natrija, zajedno sa suvišnom SiO<sub>2</sub> sadržan je u staklu, koje je uklopljeno u plagioklasima. Izračunamo li iz normativnog sastava postotak plagioklasa izlazi nam iz *ab* i *an* plagioklas sa oko 45% *an*, dakle kiseliji nego što pokazuju direktna mjerenja plagioklasa utrusaka i osnove. Mjerenja sitnijih plagioklasa nisu dovoljno precizna, a posve sitni individuumi nisu se uopće mogli mjeriti tako, da postoji velika vjerojatnost, da se osnova sastoji od kiselijih plagioklasa i eventualno kalijevo-glinena i krena. Time bi se dao objasniti veći sadržaj na komponenti *or* i *ab* izražen u normativnom sastavu.

Kemijska analiza pokazuje slabo bazičan karakter. Količina magnezija, kalcija i alkalija odgovarala bi kemizmu dioritske magme ili nešto



izmjenjenom kemizmu peleitske magme siromašnije na si-komponenti. Uzmemo li standardne vrijednosti za dioritsku magmu, vidjet ćemo, da je stijena nešto siromašnija na si-i c- komponenti, dok je malo povećan mg-zbog toga, što je olivin bogatiji na MgO, a siromašniji na FeO. Komponenta FeO vezana je uglavnom na ilmenit i magnetit. Vrijednost qz- je negativna, ali malena.

Klasificiramo li stijenu prema postotku *an* u plagioklasima, prema sadržaju olivina i augita, kao glavnih feromagnezijskih minerala, to bi odgovarao naziv bazalt. Za taj naziv govorio bi i opći izgled stijene, a odgovara i po klasifikaciji mnogih autora. Nigglijevi parametri govore međutim, za efuzivnu stijenu dioritske magme, andezit. I parametri po CIPW sistemu pokazuju još salski karakter stijene, jer omjer iznosi 3 : 1 u korist salskih minerala. Nadalje ona ima normativni kremen, jer je količina SiO<sub>2</sub> blizu granice zasićenja baza. Normativni sastav plagioklasa, koji iznosi 45% *an* i prisustvo povećanih količina Na<sub>2</sub>O i K<sub>2</sub>O govore bi također za stijenu dioritske magme. I Rosenbusch (lit. 9, str. 426) spominje, da bazalti sa većim postotkom alkalija, a naročito K<sub>2</sub>O, ne spadaju u čiste bazalte. Sve to govori, da se ovdje radi o stijeni, koja čini prelazni tip od bazalta ka andezitima. Smatram, da bi za tu stijenu, koja se do sada spominjala u literaturi pod imenom bazalt, najbolje odgovarao naziv bazalt-andezit, jer ni jedno od specijalnih imena, koja se spominju u literaturi (lit. 9, lit. 10, lit. 11) potpuno ne odgovara.

Ni po svojoj strukturi to nije tipična bazaltska stijena. Približava se više doleritskoj, dijabaznoj strukturi, obzirom na svoju krupnozrnatiju osnovu.

Djelomična kemijska analiza navedena u BABIĆ-evom radu (lit. 4, str. 136), koju je izvršila R. Pflieger, ne odgovara analizi bazalta od Popovca, a ni bazalta uopće. Količina od 20,10% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> potiče, uz pretpostavku da je analiza dobro rađena, od limonitne supstance, koje u površinskom dijelu bazalta ima mnogo. Uzmemo li podatke analiza naših bazalta (lit. 1, lit. 2, lit. 4, i ovaj rad), postotak Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kreće se od 2,70 do 7,42%. Samo neki podaci iz literature daju nam uvid u prosječan postotak ferizeljeza. Tako na pr. po Daly-u (lit. 12, str. 27) srednja vrijednost iz 161 analize bazalta iznosi za Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 5,4%. Tyrrel (lit. 10, str. 131) navodi srednju vrijednost za Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 2,3% dobivenu iz deset analiza ultrabazičnih, olivinom bogatih bazalta. Kod Rosenbuscha (lit. 9, str. 431) iznosi srednja vrijednost za Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 3,73% uzeta iz 15 analiza za plagioklas-bazalte, dolerite i melafire, i t. d.

Poznati su doduše bazalti sa oko 40 do 60% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. To su magnetit-ski bazalti, arapahiti, što međutim bazalt od Popovca nije, već po svom sadržaju alkalija, koji je kod arapahita vrlo nizak.

U citiranoj analizi je nadalje suviše malen postotak SiO<sub>2</sub> i Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a previsok postotak CaO. Vjerojatno dio komponente CaO potiče od kalcita. Razlikuju se i ostali podaci, tako da se analiza ne može uzeti u obzir kod razmatranja kemizma ovog bazalta. Ne može da posluži ni kao analiza cjelokupnog površinski rastrošenog i stranim žilama impregniranog dijela bazalta, jer u tom slučaju treba izvršiti mnogo analiza, da bi se dobila neka realna srednja vrijednost. Osnovna pogreška je vjerojatno u



uzimanju uzorka za analizu. Ako se nije pazilo pri odabiranju materijala na terenu i kod pripremanja samog uzorka za analizu u laboratoriju, moglo je doći do krupnih razlika, jer je gornji površinski dio bazalta, kako sam već prije naveo, pun žilica limonitske, kalcitne i kremene tvari.

#### KONTAKTNE I HIDROTHERMALNE POJAVE

U bazalt-andezitu se nalaze umetci, koji su vidljivi i prostim okom. Veličina im katkada dosegne i do tri centimetra. Najčešće su manjih dimenzija od 0,5 do 1 cm. Obično su jajolikog ili nepravilnog produženog oblika, nejednako raspoređeni u stijeni. U mnogim uzorcima stijene nisam uopće naišao na umetke, dok su u drugima bili češće zastupani. Mineralni sastav umetaka pokazuje, da su oni produkt lokalnih kontaktnih procesa, do kojih je došlo prilikom proboja bazaltne lave kroz sedimente laporovitog vapnenca. Opažene pojave govore za procese manjih razmjera.

Umetci su izgrađeni od silimanita, vezuvijana, plagioklasa, apatita i spinela, koji čini rubnu zonu umetaka (sl. 2).

Silimanit je najrašireniji mineral u spomenutim uvircima. Dolazi u obliku produženih štapića, koji su često poprečno prutani i tada interferiraju u živim bojama prvoga do drugoga reda. Dosta su česti i presjeci okomito na od c, sivih interferencijonih boja, zbog malog dvo-loma  $\beta - \alpha$ . Na tim presjecima opaža se odlično razvijena kalavost smjerom (010). U normalno debelom preparatu, potpuno bezbojna zrna, većeg su indeksa loma od indeksa loma plagioklasa. Teodolitno-mikroskopskom metodom određena je u konvergentnom svijetlu veličina kuta optičkih osi. Iz 23 mjerenja izlazi srednja vrijednost za  $2V = + 30^\circ$ .

Ravnina optičkih osi paralelna je sa (010). Iz stereograma opažanja određena je za kut, što ga zatvaraju plohe prizme (110) : (110) vrijednost  $87^\circ 47'$ . U literaturi (lit. 13, str. 309) navodi se za taj kut vrijednost (110) : (110) =  $88^\circ 15'$ . Izmjerena veličina srednjeg indeksa loma iz 12 pojedinačnih određivanja iznosi 1,68. Svi ti podaci upućuju na to, da se ovdje radi o silimanitu.

Vezuvijan se javlja u obliku kratko stubastih kristala. Ističe se jačim reljefom, odnosno većim indeksom loma od silimanita. Slabo je pleohroitičan i to smjerom  $\omega$  je ljubičasto modar, a smjerom  $\epsilon$  modar. Optički je jednoosan i negativan. Niskih je interferencijonih boja.

Plagioklasi dolaze u umetcima u podređenoj količini. Pokazuju undulozno potamnjenje. Puni su uklopaka, koji najvećim dijelom dolaze u vidu tankih iglica. Iglice se nisu dale izmjeriti, ali s obzirom na paralelno potamnjenje i poprečno prutanje nije isključeno da se radi o apatitu.

Mogu se opaziti i sraslaci plagioklasa. Na nekoliko zrna, koja su se dala mjeriti, utvrđen je sastav prema kalavosti, koji odgovara uglavnom sastavu plagioklasa osnove bazalta, t. j. to su plagioklasi sa oko 55% an.

Spinel dolazi najvećim dijelom u rubnom dijelu umetaka i tada je većinom vrlo sitan. U koliko se javlja u samom umetku, tada je obično većih razmjera. Violetno smeđe je boje, jakog reljefa, a indeks loma mu je veći od indeksa loma vezuvijana. Kako je razvijen u vrlo sitnim krista-



ličima, to se tek uz veće povećanje mogu vidjeti nagibanjem na teodolitnom mikroskopu idealno razvijeni oktaedarski kristali. Kut, što ga čine plohe oktaedra, određen je iz stereograma opažanja  $(111):(1\bar{1}\bar{1}) = 72^\circ$ , a upadni kut kod mjerenih sraslaca oko  $40^\circ$ .

Cijela ta parageneza upućuje nas na srednje do visoko temperiranu kontaktnu pojavu.

Pored spomenutih umetaka u stijeni se već makroskopski mogu opaziti nakupine kremena, koje se najvećim dijelom protežu u obliku žilica debelih do 6 cm.

Žilice se sastoje uglavnom od većih zrna kremenena, koja su vrlo svježja. Između zrna kremenena nalaze se šupljine, u kojima se nalaze drugi minerali i to plagioklas i iglice minerala, koji podsjećaju na skapolit i coizit. (sl. 3).

Plagioklasi su pored kremenena najčešći. Mjereni podaci za tri zrna su ovi:

D $\frac{1}{2}$	35°	56 $\frac{1}{2}$ °	82°	$\perp$ (010)	52% an	8° SW
D $\frac{1}{2}$	29°	68 $\frac{1}{2}$ °	80°	$\perp$ (010)	51% an	3° SW
D $\frac{1}{2}$	28°	64°	81°	$\perp$ (010)	50% an	2° SW
				Sredina	51% an	

Plagioklasi su nešto kiselijiji od onih u bazaltu, ali samo u prosjeku. Zrna su jako rastrošena, tako da su se netom spomenuti podaci za sastav plagioklasa mogli dobiti samo na nekim zrnima i to jedino određujući položaj sraslačkog šava. Resorpcija plagioklasa negdje je tako jako napredovala, da od njega gotovo ništa nije preostalo, jer se sav metamorfizirao u drugi mineral. Sva tako rastrošena zrna okružena su igličastim mineralnim nakupinama radijalno poredanim oko plagioklasovog individuuma. Iglice pokazuju indeks loma veći od indeksa kanadskog balzama, a od indeksa loma kremenena čaš im je veći, čaš manji. Indeks loma im je dakle blizu indeksa loma kremenena. Iglice potamne paralelno. Nalaze se u supstanci smeđaste boje, vjerojatno limonitnoj. Obzirom na na relativni karakter indeksa loma i na paragenetske odnose moglo bi se zaključiti, da se ovdje radi o mineralu iz grupe skapolita.

Između kremenovih zrna naišao sam i na jednoosne optički pozitivne minerale, koji su poprečno prutani i raspucani. Dolaze kao duguljasti štapići i iglice i tada čine rubni dio kremenovih žilica prema efuzivu. Kada dolaze u središnjim dijelovima kremenih žilica, tada su obično idiomorfno razviti, ali vrlo sitni. Indeks loma im je veći od indeksa loma kanadskog balzama. Na jednom individuumu mogao sam opaziti lavelulaste interferentne boje. Ostali podaci nisu se ni teodolitno mikroskopskom metodom mogli izmjeriti, ali s obzirom na spomenuto može se zaključiti, da se ovdje radi o coizitu.

Na jednom uzorku kamena naišao sam na pojavu brečastog uklapanja prekrystaliziranog vapnenca u bazaltu. Makroskopski se opažaju nepravilno izmješani djelovi sivkastog prekrystaliziranog vapnenca i tamnog bazalta.

U izbrusku se lijepo opaža bazalt okružen kalcitnim zrnjem (sl. 4), a katkada kalcitna zrna okružuju samo fenokristale plagioklasa. Bazalt



okružen kalcitnim zrnjem izgrađen je i ovdje od osnove i utrusaka, koji su analogni onima u efuzivu. Po sastavu plagioklasi odgovaraju sasvim plagioklasima bazalta. Nigdje nisam mogao naići na tragove neke metamorfoze ili otapanja. Cijeli proces miješanja i uklapanja morao se dakle izvršiti pri nižim temperaturama, koje su međutim, bile dovoljne za pre-kristalizaciju laporovitog vapnenca.

#### ZAKLJUČAK

Na osnovu iznesenih podataka možemo zaključiti, da se efuzija bazaltne magme, koja izgrađuje podlogu lesne zaravni Baranje, odigrala u dvije faze. U prvoj intratekturnoj fazi došlo je do razvitka idiomorfno razvijenih plagioklasa i olivina. Uslijed novo nastalih fizičko-kemijskih uvjeta postali su izlučeni kristali u kasnijoj fazi nestabilni, što je dovelo do korozije plagioklasa i djelomične metamorfoze olivina u serpentin i klorit. To se moralo desiti prije ili za vrijeme efuzije, jer u uzorku izmješanog bazalta i pre-kristaliziranog vapnenca, nailazimo na već korodirane plagioklase i metamorfozirane olivine.

U drugoj fazi razvitka, koja se vršila u duljem vremenskom razdoblju, nastala je potpuno iskristalizirana osnova. Za polaganu kristalizaciju govorila bi i pojava čitavog niza plagioklasa obzirom na veličinu, kao i pomanjkanje zonarne strukture kod plagioklasa. U toj fazi došlo je i do ispunjavanja korodiranih mjesta u plagioklasima staklastom masom, a djelomično i osnovom.

Magma, koja je tada morala prodrijeti kroz tanje slojeve laporovitog vapnenca, uklopila je i djelomično asimilirala tu supstancu, tako da su kalcij i suvišan aluminij mogli dati materijal za razvitak kontaktnih minerala, koji izgrađuju umetke u bazaltu. U toj fazi temperatura je još morala biti nešto viša, obzirom na kristalizaciju sillimanita, vezuvijana i spinela.

Na površinskom dijelu efuziva, gdje su temperature bile znatno niže, došlo je do miješanja bazalta i laporovitog vapnenca, kojom prilikom je vapnenac pre-kristalizirao.

U to vrijeme ili nešto kasnije, dolazi i do pojave hidrotermalne faze, za vrijeme koje su nastale kremene žilice sa uklopljenim plagioklasima i coizitima.

Naknadno je u raspucanom površinskom dijelu došlo do kristalizacije izvana unesenih stranih supstanci, u prvom redu limonitne i kalcitne, koje svoje porijeklo vuku iz prapora, koji je prekrrio bazalt-andezit.

Smatram osobitom dužnošću da se zahvalim g. prof. dr. Ljudevitu Bariću, direktoru Mineraloško-petrografskog muzeja za pomoć, koju mi je pružio u toku rada, naročito u pogledu optičkih istraživanja. Zahvaljujem mnogo i prof. dr. Miroslavu Tajderu za pomoć pri kemijskom istraživanju stijene.

Obojici pak zahvaljujem što su bili tako ljubazni da su pregledali rukopis i upozorili me na neke nedostatke.

Ing. Ivanu Jurkoviću, asistentu Kemijsko-prehrambeno-rudarskog fakulteta, zahvalan sam za izradu mikrofotografija, priloženih ovom radu.

Mineraloško-petrografski muzej  
Zagreb



LITERATURA

1. M. KIŠPATIĆ — Eruptivgestiene des Krndija—Gebirges.  
Glasnik Hrv. prir. društva. God. 23, sv. 2, str. 65—79, Zagreb, 1916
2. J. POLJAK — M. TAJDER — Bazalt Čemerikovca kraj Donjeg Pazarišta u Velebitu.  
Vjesnik Hrv. drž. geol. zavoda. Sv. I, str. 93—103. Zagreb 1942.
3. J. TOMIĆ — D. PETKOVIĆ — Mehaničke i petrografske osobine izvjesnog broja kamenja i stijena naše zemlje.  
Tehnički list 1933/34, str. 25, Zagreb.
4. B. BABIĆ — Petrurgija. Industrija prerade kamena taljenjem i izvlačenjem niti  
Kemija u industriji br. 5 str. 133—137. Zagreb 1953.
5. I. JURKOVIĆ—J. SUIĆ—M. TAJDER — Izvještaj o pregledu kamenoloma Slavonije i Baranje  
Arhiva Zavoda za geološka istraživanja NRH br. 757. Zagreb 1947.
6. Ž. MILOJEVIĆ — Baranjska lesna zaravan.  
Geografski glasnik XI—XII. 1949/50. god. str. 39—44.
7. W. W. NIKITIN — Die Fedorow-Methode. Berlin 1936.
8. K. CHUDOBA — Die Feldspäte und ihre praktische Bestimmung. Stuttgart 1932.
9. H. ROSENBUSCH—OSANN — Elemente der Gesteinslehre, str. 419—452. Stuttgart 1923.
10. G. W. TYRRELL — The principles of petrology, str. 101—131. London 1940.
11. E. TRÖGER — Spezielle petrographie der Eruptivgesteine, Berlin 1935.
12. DALY — Igneous Rocks and their Origin, 1914.
13. A. ROGERS — P. KERR — Optical mineralogy. New York—London 1942,

LJUBO GOLUB

BASALT-ANDESIT von POPOVAC IN DER BARANJA

Zusammenfassung

Ausser in den Fundorten bei Lončarski Vis im Krndija — Gebirge (Lit. 1) und von Čemerikovac bei Donje Pazarište in der Lika (Lit. 2) kommt der Basalt in Kroatien auch in der Baranja vor, etwa 5 km NNO vom Dorfe Popovac, beziehungsweise ungefähr 26 km nördlich von der Stadt Osijek (Lit. 3, Lit. 4, Lit. 5).

In dem letzterwähnten Fundort befindet sich ein Basaltsteinbruch. Zu dem Gestein selbst führt ein Stollen durch den Löss, welcher die Decke des Gesteins bildet. Der Stollen ist jetzt grösstenteils zusammengebrochen. Aus diesem Grunde habe ich das Material für die Untersuchung aus der Halde vor dem Stollen nehmen müssen. Ähnliches Gestein kommt auch bei dem Dorfe Batina, ungefähr 35 km NOO von Osijek, vor.

Die Farbe des Basaltes von Popovac ist dunkelgrau oder, wenn genügend frisch, fast schwarz. Makroskopische Beobachtungen weisen auf Porphyristruktur mit Feldspateinsprenglingen hin. Im Gestein sind ferner die meistens kugelförmigen, aus Kontaktmineralen bestehenden Aggregate sichtbar.

Infolge verschieden gerichteter Bruchflächen sind unregelmässige polyederförmige Stücke aus dem Gestein leicht herauszulösen. Die feinen Kluffsysteme sind oft nachträglich hauptsächlich mit Calcitkörnchen und Limonitsubstanz sowie mit Quarz ausgefüllt worden.

Mikroskopisch kann man leicht feststellen, dass die Struktur des Gesteins porphyrisch ist. Die Grundmasse ist holokristallin. Plagioklas und Olivineinsprenglinge befinden sich in der Grundmasse, welche aus stäbchenförmigen Plagioklaskriställchen, unregelmässigen Augitkörnchen und anderen Mineralen besteht. Die Hauptbestandteile des Gesteins sind Plagioklas (69,39 Volumenprozent) und Chlorit, welcher zusammen mit Limonit mit 18,45 Vol. — Prozenten im Gestein vertreten ist. Von primären ferromagnesischen Mineralen kommen der Augit mit 3,44 Vol.-Prozent und der Olivin mit 3,94 Vol.-Pro-



zenten vor. Von akzessorischen Mineralen sind der Ilmenit, der Magnetit und der Apatit zu nennen (zusammen 1,84 Vol.-Prozente). In den Plagioklasen sind ziemlich reichlich Glaseinschlüsse enthalten (2,94 Vol. — Prozente).

Die Plagioklasse treten in zwei Generationen auf. Die Einsprenglinge kommen im Dünnschliff in breiten viereckigen Formen, oder in nach der c-Achse verlängerten Formen vor. Ihre Grösse ist sehr verschieden, so dass zwischen den Einsprenglingen einerseits und kleinen Plagioklaskriställchen der Grundmasse andererseits eine vollständige Übergangsreihe besteht. Plagioklasse sind sehr frisch. Fast alle grösseren Einsprenglinge enthalten isotrope glasartige Substanz.

Zonarer Bau ist nur selten zu beobachten. Am meisten kommen die Plagioklasse als Zwillinge, Drillinge und Vierlinge vor. Am häufigsten sind sie nach dem Albit- und Karlsbadgesetz verzwillingt, es kommen aber auch andere seltenere Zwillingsgesetze vor (siehe Tabelle I, S. 113). Die Zusammensetzung der Plagioklasse schwankt zwischen 51% und 61% *an*. Aus den in Tabelle I enthaltenen Angaben ergibt sich 55,5% *an* als Mittelwert für die Zusammensetzung der Plagioklasse. Als Mittelwert für den optischen Achsenwinkel folgt  $2V = + 80^\circ$  aus 18 Einzelbestimmungen. Die Plagioklasse der Grundmasse haben die Form von Stäbchen. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach stimmen sie im allgemeinen mit der Zusammensetzung der Einsprenglinge überein. Der Mittelwert ist 54% *an*.

Die idiomorphen Einsprenglinge des Olivins sind farblos. Sie zeigen keine Spaltbarkeit und haben starkes Relief. Der optische Achsenwinkel ist  $2V = + 88^\circ$ . Der Olivin ist oft in hohem Masse in Serpentin, Chlorit und Magnetit metamorphosiert. Die Produkte der Metamorphose zeigen sehr oft die Umrisse der ehemaligen Olivinkristalle. Augit ist in der Grundmasse enthalten.  $2V = + 58^\circ$  und  $c \wedge Z = 46\frac{1}{2}^\circ$ . Teilweise ist er in Chlorit umgewandelt.

Chlorit ist als Produkt der Metamorphose der ferromagnetischen Minerale sehr verbreitet. Er ist grünlich und in günstigen Schnitten zeigt er ziemlich starken Pleochroismus. Als Zersetzungsprodukt kommt Limonit vor. (ab. 1).

Die chemische Analyse des Gesteins ist auf Seite 114 angegeben. Auf Seite 115 ist die normative Zusammensetzung nach dem CIPW-System gegeben, auch die Niggliwerte des Gesteins. (S. 114).

Die normative Zusammensetzung stimmt mit der reellen Zusammensetzung nicht genau überein. Die Ursache dafür ist darin zu suchen, dass in der Normzusammensetzung die Minerale zum Ausdruck kommen, die in der reellen Zusammensetzung nicht vorhanden sind. Olivin, Augit und Chlorit kommen an Stelle des Diopsids und des Hypersthens vor. Normativ kommen zum Vorschein Orthoklas und Quarz, die im Gestein nicht festgestellt werden konnten. Ein Teil von *or* ist wahrscheinlich isomorph in den Plagioklasen, in geringer Menge aber auch im Augit enthalten. Es ist möglich, dass Kalium und Natrium teilweise in den Kalifeldspaten der Grundmasse gebunden sind, obwohl diese Feldspate durch direkte Beobachtung nicht festgestellt werden konnten. Ein Teil des Kaliums und des Natriums zusammen mit dem überflüssigen  $SiO_2$  ist enthalten im Glas, das in den Plagioklasen vorkommt. Aus den *ab* — und *an* — Komponenten folgt für die Zusammensetzung der Plagioklasse 45% *an*, d. h. also weniger *an*, als direkte Messungen der Plagioklasse ergeben. Es ist leicht möglich, dass in der Grundmasse *an* — ärmere Plagioklasse vorkommen, vielleicht auch Kalifeldspat. Hiemit könnte man den grösseren Inhalt der *or* — und der *ab* — Komponente in der Normzusammensetzung erklären.

Nach dem *an* — Gehalt der Plagioklasse, weiterhin nach dem Olivin- und dem Augitinhalt des Gesteins sowie nach seinem äusseren Aussehen würde der Name Basalt entsprechen. Die Niggliparameter weisen jedoch auf ein effusives Gestein des Dioritmagma, auf den Andesit, hin. Auch die Parameter des CIPW-Systems weisen auf den salischen Charakter des Gesteins hin. Wir haben weiterhin normativ ausgedrückten Quarz. Normative Zusammensetzung der Plagioklasse ist 45% *an*. Der erhöhte Betrag von  $Na_2O$  und  $K_2O$  könnte auch auf ein Gestein des Dioritmagma hinweisen. Aus allem dem können wir folgern, dass wir es hier mit einem Gestein zu tun haben, welches den Übergang vom Basalt zum Andesit bildet. Keine von den speziellen in der Literatur



bisher erwähnten Benennungen entspricht vollständig den Eigenschaften dieses Gesteins. Ich habe deswegen vorläufig für das Gestein den Namen Basaltandezit beibehalten.

Die unvollständige, in der Arbeit von Babić (Lit. 4, S. 136) angeführte chemische Analyse entspricht keineswegs der Analyse des Basaltandezites von Popovac. Der Grundfehler liegt wahrscheinlich in der im Gelände vorgenommenen Auswahl des Materials für die chemische Analyse.

Im Basaltandezit sind manchmal bis 3 cm grosse Einlagen zu finden. Sie sind gewöhnlich eiförmig oder unregelmässig ausgedehnt. Im Gestein sind sie ungleichmässig verteilt. Die Mineralzusammensetzung der Einlagen weist auf die Kontaktmetamorphose kleineren Umfangs hin. Die Einlagen bestehen aus Sillimanit, Vesuvian, Plagioklas, Apatit und Spinell (Ab. 2).

In dem Gestein sind schon makroskopisch auch die Quarzadern hydrothermalen Herkunft sichtbar. Mit den Quarzkörnern befinden sich in diesen Adern auch Plagioklase, welche etwas *an*-ärmer (51% *an*) als die Plagioklase des Basaltes sind. Sie sind stark resorbiert und fast immer von Ansammlungen eines nadelförmigen Minerals umgeben (Abb. 3). Mit Hinsicht auf das Brechungsvermögen und die paragenetischen Verhältnisse dürfen wir den Schluss ziehen, dass hier Skapolit vorliegt. Es kommen auch quergesteifte, winzige, optisch einachsige positive idiomorphe Nadelchen vor, die höchstwahrscheinlich Zoisit sind. An einem Gesteinsstück konnte ich feststellen, dass der umkristalisierte Kalkstein in dem Basaltandezit hineingefügt ist. Im Dünnschliff sieht man, dass der Basaltandezit manchmal auch einzelne Feldspateinsprenglinge von den Calcitkörnern umrandert sind. Die Erscheinungen irgendwelcher Metamorphose oder des Auflösens konnte ich in diesen Fällen nicht beobachten. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass die Einfügung bei niedrigeren Temperaturen zustande gekommen ist. (Ab. 4)

Mineralogisch-petrographisches Museum  
Zagreb

#### NACHTRAG:

Als das Drucken der vorliegenden Arbeit schon fast zu Ende war, fand ich in BURRI C. — NIGGLI P.: Die jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogens, II Teil, S. 138, Tab 96 a, Zürich 1949, dass die dort angegebenen Parameter den von mir berechneten Parametern entsprechen. Aus der im Buche von BURRI—NIGGLI angegebenen geographischen Lage des Ortes Bán musste ich den Schluss ziehen, dass das eigentlich der Ort Popovac in Baranja ist und dass das Gestein schon von B. MAURITZ untersucht worden ist; siehe MAURITZ B.: A báni-hegység basaltszerii kőzetei in Magyar Tudományos Akadémia Matematikai és Természettudományi, Ertesítője. Budapest No. 37 (1920, S. 62).

Durch die Vermittlung der Universitätsbibliothek in Zagreb habe ich am 1. IV. 1957. die Originalarbeit von B. MAURITZ zur Einsicht erhalten. Neben der chemischen Analyse gibt MAURITZ auch die Mineralzusammensetzung des Gesteins, wie er sie mittels des gewöhnlichen Polarisationsmikroskopes bestimmen konnte, an. Meine diesbezüglichen Resultate stimmen mit seinen Angaben überein. MAURITZ erwähnt auch Quarzansammlungen und pechsteinähnliche Steinbreccien, welche meinem aus Basaltandezit und aus umkristallisiertem mergeligem Kalkstein bestehendem Gesteinsstück entsprechen. Das Eruptivgestein wurde von B. MAURITZ als Andesitbasalt klassifiziert.

Lj. Golub



Lj. Golub: Bazalt-andezit kod Popovca u Baranji  
(Hrvatska)  
Bazalt-Andezit von Popovac in Baranja  
(Kroatien)

TABLA II

TAFEL II



Slika 1. Porfirna struktura holokristaline osnove bazalt-andezita. Korodirani utrusci plagioklasa (a) i olivina (b)

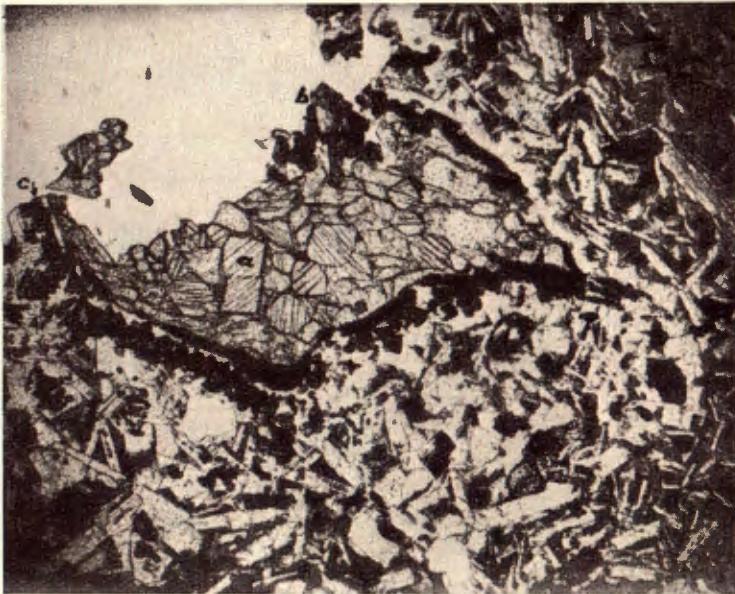
Bild 1 — Porfirstruktur holokristaliner Basaltgrundmasse. Korodierete Plagioklas- (a) und Olivineinsprenglinge (b)



Lj. Golub: Bazalt-andezit kod Popovca u Baranji  
(Hrvatska)  
Bazalt-Andezit von Popovac in Baranja  
(Kroatien)

TABLA III

TAFEL III



Slika 2. Utrusak u bazalt-andezitu sa kontaktnim mineralima: silimanitom (a),  
vezuvijanom (b) i spinelom (c), koji čine obrub utruska

Bild 2 — Der Einsprengling im Basalt-Andesit mit Kontaktmineralien: Sillimanit  
(a), Vesuvian (b) und Spinell (c), welche die Einsprenglingsumrandung bilden

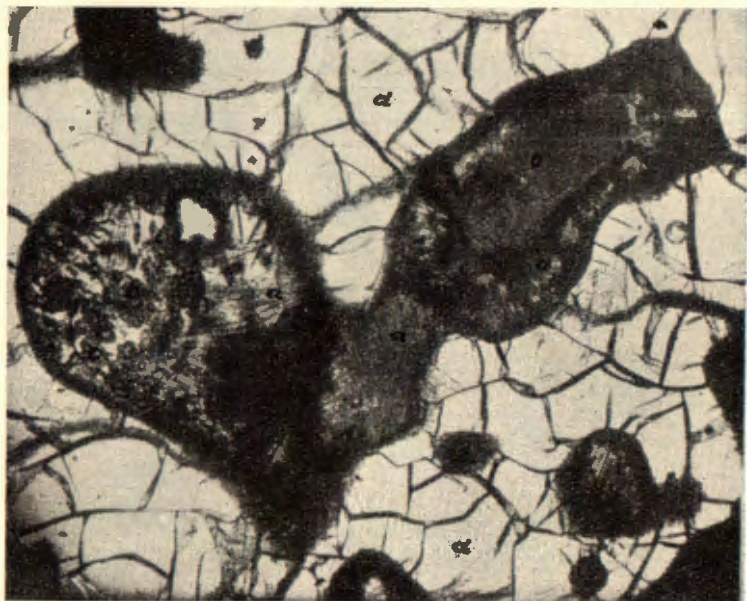


Lj. Golub: Bazalt-andezit kod Popovca u Baranji  
(Hrvatska)

TABLA IV

Lj. Golub: Bazalt-Andezit von Popovac in Baranja  
(Kroatien)

TAFEL IV



Slika 3. Šupljina u žilicama kremena. Igličaste nakupnine skapolita (a) oko rastrošenih plagioklaza (b). U srednjem dijelu šupljine idiomorfno razvijeni kristalići coizita (c). Zona kremena označena slovom d.

Bild. 3. Die Quarzaderhöhlungen. Die nadelförmigen Ansammlungen des Skapolits (a) rund um die zersetzten Plagioklase. Im mittleren Höhlenteile idiomorph entwickelte Zoisitkriställchen (c). Die Quarzzone mit d bezeichnet



Lj. Golub: Bazalt-andezit kod Popovca u Baranji  
(Hrvatska)  
Lj. Golub: Bazalt-Andezit von Popovac in Baranja  
(Kroatien)

TABLA V

TAFEL V



*Slika 4. Izmiješani i uklopljeni dijelovi bazalt-andezita (a) i prekriztaliziranog vapnenca (b)*

*Bild 4 Gemischte und eingeschlossene Teile des Bazalt-Andesits (a) und des rekristallisierten Kalksteines (b)*